

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-201946

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/66  
G01B 11/24  
G01R 31/26

(21)Application number : 05-334606

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.12.1993

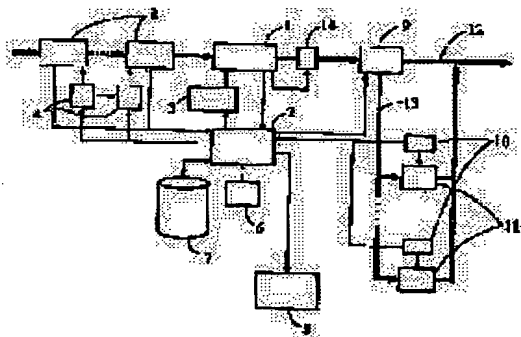
(72)Inventor : TAKAGI YUJI  
DOI HIDEAKI  
ONO MAKOTO

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND APPARATUS FOR MANUFACTURE THE SAME, TESTING OF THE SAME AND TESTING APPARATUS

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method for manufacturing a product such as a semiconductor device with high reliability and efficiency and an apparatus for manufacturing the same and also provide a method for testing the same and apparatus for testing the same.

**CONSTITUTION:** An automatic testing unit 1 for extracting a fault based on the preset test standard of a sample to be tested and a unit 2 for receiving an information about a fault extracted and obtained by the testing unit 1, classifying and outputting a kind of fault based on similarity of fault and extracting characteristic value about the fault based on the classified result are comprised. Moreover, unit 4 is also comprised to adjust the manufacturing apparatus by converting the characteristic value into a parameter for controlling the state of apparatus for manufacturing the product to be tested and feeding back the converted parameter to the manufacturing apparatus of the product to be tested.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201946

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/66	Z	7630-4M		
G 0 1 B 11/24	K			
G 0 1 R 31/26	G			

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平5-334606

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 高木 裕治

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 土井 秀明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 小野 眞

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

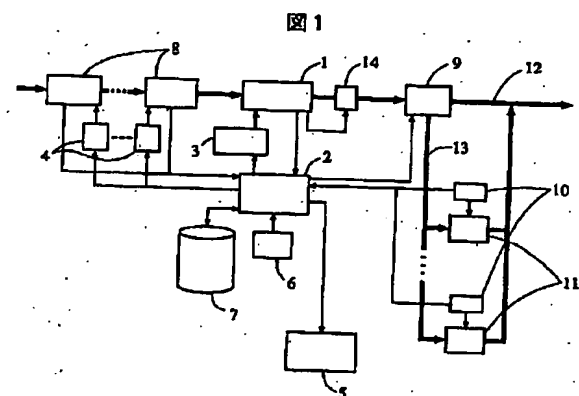
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 半導体装置等の製造方法及びその装置並びに検査方法及びその装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 半導体装置等の製造物を信頼性高くかつ効率良く製造する方法及びその製造装置並びに検査方法及びその検査装置を提供する。

【構成】 予め設定された被検査物の検査基準に基づいて欠陥を抽出する自動検査ユニット1と、前記検査ユニット1において抽出され得られる欠陥に関する情報を受け取り、前記欠陥の類似性に基づいて欠陥の種類を分類かつ出力し、前記分類された結果に基づいて前記欠陥に関する特徴量を抽出するユニット2と、前記特徴量を被検査物の製造機の状態を制御するパラメータに変換し、変換後のパラメータを被検査物の製造機にフィードバックし前記製造機の調整を行うユニット4より構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査物の欠陥を抽出し、該抽出された欠陥に関する情報に基づいて欠陥の類似性に基づき欠陥の種類を分類し、該分類された結果に基づいて欠陥に関する特徴量を抽出し、該抽出された欠陥に関する特徴量をフィードバックして前記被検査物を検査することを特徴とする検査方法。

【請求項2】被検査物の欠陥を抽出する検査手段と、該検査手段で抽出された欠陥に関する情報に基づいて欠陥の類似性に基づき欠陥の種類を分類する種類分類手段と、該種類分類手段により分類された結果に基づいて欠陥に関する特徴量を抽出する特徴量抽出手段とを備え、該特徴量抽出手段で抽出された欠陥に関する特徴量を前記検査手段にフィードバックして前記被検査物を検査するように構成したことを特徴とする検査装置。

【請求項3】予め設定された被検査物の検査基準に基いて欠陥を抽出する自動検査ユニット1と、前記検査ユニット1において抽出され得られる欠陥に関する情報を受け取り、前記欠陥の類似性に基づいて欠陥の種類を分類かつ出力し、前記分類された結果に基づいて前記欠陥に関する特徴量を抽出するユニット2と、前記特徴量を検査ユニット1の検査基準に変換し、変換後の検査基準を自動検査ユニット1にフィードバックし自動検査ユニット1の調整を行うユニット3より構成されることを特徴とする検査装置。

【請求項4】前記ユニット2において、前記ユニット2により行われた欠陥の分類結果が違うときは、正しい欠陥分類結果を教示できる手段を有することを特徴とする請求項3記載の検査装置。

【請求項5】前記ユニット2において、欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつ前記情報を変更あるいは前記情報に新たな情報を付加することを可能とする手段を有することを特徴とする請求項3記載の検査装置。

【請求項6】前記情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報を欠陥毎に蓄積する手段を有することを特徴とする請求項5記載の検査装置。

【請求項7】前記情報蓄積手段に蓄積された複数の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報より欠陥に関する特徴量を抽出する機能を有し、前記特徴量を前記ユニット3に送るように構成したことを特徴とする請求項5記載の検査装置。

【請求項8】前記ユニット2において、欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつ前記情報を変更あるいは前記情報に新たな情報を付加することを可能とする手段を有することを特徴とする請求項3記載の検査装置。

【請求項9】半導体装置等の欠陥を抽出し、該抽出され

た欠陥に関する情報に基づいて欠陥の類似性に基づき欠陥の種類を分類し、該分類された結果に基づいて欠陥に関する特徴量を抽出し、該抽出された欠陥に関する特徴量を半導体装置等の製造装置にフィードバックして半導体装置等を製造することを特徴とする半導体装置等の製造方法。

【請求項10】半導体装置等の欠陥を抽出し、該抽出された欠陥に関する情報に基づいて欠陥の類似性に基づき欠陥の種類を分類し、該分類された結果に基づいて欠陥に関する特徴量を抽出する検査装置と、該検査装置から抽出された欠陥に関する特徴量を半導体装置等の製造装置にフィードバックして半導体装置等を製造することを特徴とする半導体装置等の製造装置。

【請求項11】半導体装置等を製造する半導体装置等の製造装置において、該製造装置で製造された半導体装置等について予め設定された半導体装置等の検査基準に基いて欠陥を抽出する自動検査ユニット1と、前記検査ユニット1において抽出され得られる欠陥に関する情報を受け取り、前記欠陥の類似性に基づいて欠陥の種類を分類かつ出力し、前記分類された結果に基づいて前記欠陥に関する特徴量を抽出するユニット2と、前記特徴量を半導体装置等の製造装置の状態を制御するパラメータに変換してフィードバックし前記製造装置を制御する制御手段4とを備えたことを特徴とする半導体装置等の製造装置。

【請求項12】前記ユニット2において、前記ユニット2により行われた欠陥の分類結果が違うときは、正しい欠陥分類結果を教示できる手段を有することを特徴とする請求項11記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項13】前記ユニット2において、欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつ前記情報を変更あるいは前記情報に新たな情報を付加することを可能とする手段を有することを特徴とする請求項11記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項14】前記情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報を欠陥毎に蓄積する手段を有することを特徴とする請求項13記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項15】前記情報蓄積手段に蓄積された複数の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報より欠陥に関する特徴量を抽出する機能を有し、前記特徴量を前記ユニット3に送るように構成したことを特徴とする請求項13記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項16】前記ユニット2において、欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつ前記情報を変更あるいは前記情報に新たな情報を付加することを可能とする手段を有することを特徴とする請求項11記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項17】前記ユニット2が、被検査物の欠陥の分

類結果を既存のカテゴリーに分類できないとき、これを欠陥種類不明として、前記欠陥部分の情報及び関連情報を作業者に提示し、作業者が提示された種類不明の欠陥に新規あるいは既存の種類、名称等を教示できる手段を有することを特徴とする請求項1記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項18】前記欠陥部分の情報は検出欠陥とその近傍より成る画像情報であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項19】前記ユニット2において、欠陥分類された結果に応じて自動検査ユニット1で検査された被検査物を欠陥修正ユニットに流し、前記欠陥に対し所定の修正作業を行うことを特徴とする請求項1記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項20】前記欠陥修正ユニットにおいて、修正動作の実行を作業者が制御でき、前記ユニット2により指示された欠陥の分類結果が違うときは、前記欠陥修正ユニットにて正しい欠陥分類結果を教示できかつその情報を前記ユニット2にフィードバックできる機能を有することを特徴とする請求項19記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項21】前記欠陥の類似性として、欠陥検出画像のパターン情報を用いることを特徴とする請求項1記載の検査方法。

【請求項22】前記欠陥の類似性として、欠陥検出情報の信号情報を用いることを特徴とする請求項1記載の検査方法。

【請求項23】半導体装置等の検査結果あるいは測定結果あるいは各々のいずれかあるいは両方に関連する情報を前記被検査物に付することを特徴とする半導体装置等の製造方法。

【請求項24】前記ユニット2において、欠陥の分類結果、その欠陥の属性に鑑み、欠陥発生原因と推定される製造装置を選択し、前記製造装置に接続されている前記ユニット4に前記ユニット2で抽出された欠陥に関する特徴量を送信することを特徴とする請求項1記載の半導体装置等の製造装置。

【請求項25】前記欠陥の類似性として、欠陥検出画像のパターン情報を用いることを特徴とする請求項9記載の半導体装置等の製造方法。

【請求項26】前記欠陥の類似性として、欠陥検出情報の信号情報を用いることを特徴とする請求項9記載の半導体装置等の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、製造物を信頼性高くかつ効率良く製造するための半導体装置等の製造方法及びその装置並びに検査方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、被検査物の自動検査、修正および

自動検査結果にもとづく製造プロセスの制御を行う系においては以下のような方法がとられていた。即ち、被検査物を自動検査により検査する工程においてその判定結果の信頼性については、良品を不良としてしまう虚報の多さ、あるいは後工程で発見される見逃しをもとに作業員が判断し、誤判定の多い場合には自動検査装置の欠陥判定基準に関するパラメータを適宜変更して対応し、自動検査装置を運用していた。この自動検査装置による検査の結果、正常と判定された被検査物は次工程に流され、不良と判定された被検査物の修正可能な物については修正工程へ送られ、修正を施した後次工程へ送られていた。また、複数の被検査物を自動検査した結果、作業員が統計的に被検査物の製造状態を把握し、被検査物の製造機の状態を制御するためのパラメータを必要に応じて変更し、被検査物の製造プロセスの状態を調整していた。

【0003】上述の具体例として、半導体ウェーハ製造工程では、外観検査装置（特開昭61-151410号公報、特開昭62-43505号公報）や異物検査装置（特開昭54-101390号公報）などの欠陥候補位置を特定する検査装置を用い、検出した欠陥候補を検査装置に備えた顕微鏡あるいは別ステージの顕微鏡を用いて、作業員が目視によって異物、パターン不良など欠陥種類あるいは虚報を分類していた。また、検出された欠陥の分類手段として多重焦点画像を用いる方法が特開平2-170279号公報で開示されている。最近、イスラエルGalai研究所と米国ADE社が共同で自動分類技術（M.Luria, E. Adin, M. Moran, D. Yaffe & J. Kowski: Automatic Defect Classification Using Fuzzy Logic, A SMC'93 Boston MA, 1993）を発表しているが、詳細は不明である。欠陥を分類した結果は作業員により解析され、他工程での検査結果も勘案しながら欠陥発生原因と考えられる製造装置を特定している。特定された装置に対しては熟練した製造工程スタッフが経験にもとづいて製造装置制御条件パラメータの調整やメンテナンス等を行っていた。

【0004】液晶ディスプレイ用薄膜トランジスタ基板製造工程では、特開平4-72552号公報のようなショート欠陥の検査装置によってショート欠陥を検出し、その欠陥を目視確認により異物、アルミニウム残り、スルーホール等に分類していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例は、被検査物の自動検査、修正および自動検査結果にもとづく製造プロセスの制御を行う系において検査の自動化、あるいは検査修正の自動化について考えられているが、次のような問題点がある。自動検査装置は、被検査物の対象となる欠陥を顕在化することを目的とした検出系及びその検出系より得られる情報にもとづいて被検査物の欠陥の有無、欠陥の種類等を解析する情報処理系から構成され

ている。このため製造プロセスが正常と判断される許容範囲内で変動し、その結果として被検査物の状態が変化し、自動検査装置で被検査物に欠陥有りと判定されたとき、作業者は自動検査装置が適正に動作するように調整を行う必要が有る。前述のように自動検査装置の検出系及び情報処理系は装置固有のものであるから実質的にこれを変更することには困難が伴う。このため作業者は検出系の感度等あるいは情報処理系を制御するパラメータを変更することで前述の調整を行うことになる。そして、この作業は自動検査装置を使用して、製造現場で運用されている検査基準に合わせるため試行錯誤的に行われることが多く、自動検査装置が正常に機能するまでの時間の長時間化を招いている。また、自動検査装置がインラインに設置されている場合は、結果として製造の流れを止めてしまうという課題を有していた。

【0006】また、自動検査装置の一形態として被検査物において、欠陥の有無、そして欠陥が有る場合には被検査物上の欠陥の位置に関する情報のみを出力するものがあるが、このような自動検査装置においては、欠陥の分類を作業員が行うことになり、分類解析の結果はじめて自動検査装置の前述のパラメータが適切に設定されているかどうか確認できることになる。この場合は自動検査装置が正常に機能するまでの時間が長時間化するだけにとどまらず、作業員が欠陥の分類解析作業を行っている間に、自動検査装置で検査される被検査物は誤った検査基準で検査工程を通過していくという危険性もある。

【0007】上述のように自動検査装置が不十分な調整の状態、従来例に挙げたような自動検査修正を行うと、誤った修正を被検査物に施すという課題を有していた。

【0008】また、修正の実行、不実行即ち欠陥分類結果が正しかったか、誤っていたかを作業員が判定して修正動作制御させ、自動検査装置による欠陥分類結果に対する作業員の確認情報を自動検査装置にフィードバックする手段に関し全く考えられていない。

【0009】同じく、被検査物の製造機の調整手段として上述のような調整が不十分な状態の自動検査装置の欠陥判定出力を利用する場合、適切な被検査物の製造機の適切な被検査物の製造状態を制御するパラメータを調整することはできない。また、自動検査装置が出力する検査結果にもとづいて作業員が製造機にフィードバックをかけるため製造機の調整を完了するまでに時間を要するという課題もある。

【0010】また、製造プロセスの安定には正確な被検査物の欠陥発生に関する情報とその時の製造プロセスの状態の情報が必要だが、前述のように調整が不十分な状態で従来例に挙げたような自動検査装置を使用して被検査物の検査を行うと、正確な欠陥発生と製造プロセスの調整を並行して行うため、欠陥発生と製造プロセス状態との相関関係を検討するのに時間を要するという課題を

有していた。

【0011】最後に、従来の自動検査装置では被検査物の検査結果及びその根拠となる情報を被検査物に付すという観点が抜けているため、次工程以降の検査あるいは最終的な検査のとき欠陥が被検査物に検出されても、どの製造工程にその欠陥が起因しているのか、あるいは最終段階で検出された欠陥と中間段階で検出された欠陥との因果関係も分からないという課題を有していた。

【0012】本発明の目的は、上記従来技術の課題を解決すべく、自動検査装置の検査基準を製造プロセスの状態に鑑み適宜最適に速やかに作業員との協調のもと調整する手段を提供し、その結果として製造プロセスの安定化、検査修正工程の自動化を図ることができるようにした半導体装置等の製造方法及びその装置並びに検査方法及びその装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的は、

(A)

予め設定された被検査物の検査基準に基いて欠陥を抽出する自動検査ユニット1と、前記検査ユニット1において抽出され得られる欠陥に関する情報を受け取り、前記欠陥の類似性に基いて欠陥の種類を分類かつ出力し、前記分類された結果に基づいて前記欠陥に関する特徴量を抽出するユニット2と、前記特徴量を検査ユニット1の検査基準に変換し、変換後の検査基準を自動検査ユニット1にフィードバックし自動検査ユニット1の調整を行うユニット3より構成する。

【0014】(B)

予め設定された被検査物の検査基準に基いて欠陥を抽出する自動検査ユニット1と、前記検査ユニット1において抽出され得られる欠陥に関する情報を受け取り、前記欠陥の類似性に基いて欠陥の種類を分類かつ出力し、前記分類された結果に基づいて前記欠陥に関する特徴量を抽出するユニット2と、前記特徴量を被検査物の製造機の状態を制御するパラメータに変換し、変換後のパラメータを被検査物の製造機にフィードバックし前記製造機の調整を行うユニット4より構成する。(C) (A) あるいは(B)に記載のユニット2において、ユニット2により行われた欠陥の分類結果が違うときは、正しい欠陥分類結果を教示できる手段を具備する。

【0015】(D)

(A) あるいは(B)に記載のユニット2において欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業員が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつ前記情報を変更あるいは前記情報に新たな情報を付加することを可能とする手段を具備する。

【0016】(E)

(D)に記載の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報を欠陥毎に蓄積する手段を具備する。

【0017】(F)

(E)に記載された情報蓄積手段に蓄積された複数の(D)に記載の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報より欠陥に関する特徴量を抽出する機能を有し、前記特徴量を(A)に記載のユニット3に送り、これにより(A)に記載された検査ユニット1における検査基準の修正を行う。

【0018】(G)

(E)に記載された情報蓄積手段に蓄積された複数の(D)に記載の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報より欠陥に関する特徴量を抽出する機能を有し、前記特徴量を(B)に記載のユニット4に送り、これにより(B)に記載された製造機の調整を行う。

【0019】(H)

(E)に記載された情報蓄積手段に蓄積された(D)に記載の情報及びそれに対応する被検査物の欠陥部分の情報に、該欠陥が発生したときの製造プロセスの情報を付加し、プロセス状態と欠陥の発生状況の履歴情報を対応付けて保持し、提示する機能を具備する。

【0020】(I)

(A)あるいは(B)に記載のユニット2が、被検査物の欠陥の分類結果を既存のカテゴリーに分類できないとき、これを欠陥種類不明として、前記欠陥部分の情報及び関連情報を作業者に提示し、作業者が提示された種類不明の欠陥に新規あるいは既存の種別、名称等を教示できる手段を具備する。

【0021】(J)

(E)(F)(G)(H)(I)に記載の欠陥部分の情報は検出欠陥とその近傍より成る画像情報である。

【0022】(K)

(A)あるいは(B)に記載のユニット2において欠陥分類された結果に応じて(A)に記載の自動検査ユニット1で検査された被検査物を欠陥修正ユニットに流し、前記欠陥に対し所定の修正作業を行う。

【0023】(L)

(K)に記載の欠陥修正ユニットにおいて、修正動作の実行を作業者が制御でき、(A)あるいは(B)に記載のユニット2により指示された欠陥の分類結果が違うときは、前記欠陥修正ユニットにて正しい欠陥分類結果を教示できかつその情報を前記ユニット2にフィードバックできる機能を具備する。

【0024】(M)

(A)及び(B)に記載の欠陥の類似性として、欠陥検出画像のパターン情報を用いる。

【0025】(N)

(A)及び(B)に記載の欠陥の類似性として、欠陥検出情報の信号情報を用いる。

【0026】(O)

被検査物の検査結果あるいは測定結果あるいは各々のいずれかあるいは両方に関連する情報を被検査物に付する。

【0027】(P)

(B)に記載のユニット2において、欠陥の分類結果、その欠陥の属性に鑑み、欠陥発生原因と推定される製造機を選択し、前記製造機に接続されている(B)に記載のユニット4に(B)に記載のユニット2で抽出された欠陥に関する特徴量を送信する。

【0028】ことにより達成される。

【0029】なお以上述べてきた自動検査装置とは独立した検査装置を意味することはもちろんであるが、被検査物の状態を監視するモニタ装置、検査あるいはモニタの機能を具備するユニットであって製造機の一部に含まれるものであっても構わない。

【0030】

【作用】上記手段がいかに機能し、本発明の目的を達成するかを以下図1を用いて説明する。12で示される太線は被検査物の製造プロセスにおける流れを表している。1は自動検査装置であり、予め設定された被検査物の検査基準に基いて欠陥を抽出する機能を具備している。2は欠陥の分類およびその特徴量を抽出する欠陥分類装置である。自動検査装置1は欠陥分類装置2に対して検査の結果検出され得られる欠陥に関する情報を送る。欠陥に関する情報とは、欠陥部の画像、欠陥部を検出した結果得られる電気信号、欠陥と判断するための基礎となった情報等を指す。欠陥分類装置2はこの情報にもとづき欠陥を分類する。この分類は種々の特徴量にもとづいてルールベース的、あるいはモデルベース的に自動的に行われるが、この分類結果を修正するために分類結果を教示する手段6を備えている。6はまた欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつその情報を変更あるいは新たな情報を付加することを可能とする手段を有するユニットである。欠陥分類装置2はユニット6により教示された分類結果をもとに対応する欠陥の特徴量の解釈を更新する。

【0031】3は欠陥分類装置2により分類された欠陥の特徴量を1の検査基準に変換する機能を具備するユニットであり自動検査装置1に変換後の基準値を送信する。欠陥分類装置2により判断された分類結果と1の判定結果が違う場合にはユニット3を通して、欠陥分類装置2による欠陥分類結果を自動検査装置1に反映させる。

【0032】8は被検査物の製造機であり、4は欠陥分類装置2により分類された欠陥の特徴量を製造機8の被検査物の製造条件に関する制御パラメータに変換する機能を具備するユニットであり、被検査物の製造機8に変換後の制御パラメータを送信する。このとき欠陥分類装置2は欠陥の分類結果により調整すべき製造機8を必要数だけ選択し、選択された製造機8に接続されたユニット4に情報を送信する機能を具備している。

【0033】7は欠陥分類装置2に接続された情報の蓄

積手段であり、非検査物の欠陥毎に自動検査装置1より送られてくる情報および欠陥分類装置2により分類された結果、分類時に使用した情報、もし欠陥分類装置2に非検査物の欠陥部、その近傍あるいは欠陥を特徴付けるために必要な他の部位に関する自動検査装置1から得られるものとは異なる画像情報、あるいは電気信号を得る手段を持っていればそれらの情報を選択的にあるいは全て記録するものである。また、欠陥分類装置2は被検査物の製造機8の動作状態に関する情報を受信する機能を具備し、受信した情報は前記の被検査物に関する情報に追加されて、情報蓄積手段7に記録される。情報蓄積手段7に記録された欠陥毎の情報は必要に応じて統計処理等の加工を施され、欠陥分類装置2に接続されているユニット6において作業者に提示される。また、情報蓄積手段7に記録された欠陥毎の情報および、欠陥分類装置2より得られる情報は選択的に、あるいは全てが5で示される工程管理システムに送られる。

【0034】9は被検査物の選別ユニットであり欠陥分類装置で修正が必要と判定された欠陥を有する被検査物は、13で示される修正ラインに流れ、分類された欠陥に対応した修正ユニット11に被検査物が行くよう欠陥分類装置2から被検査物選別ユニット9に指示が送られる。修正ユニット11は全ての欠陥を修正可能な1ユニットであってもよいし、あるいは欠陥の種類に対応して複数ユニット設けられていてもよい。その修正動作は自動修正を前提とするが、修正を施すか否かを作業者が確認でき、修正箇所における欠陥種類が、欠陥分類装置2の判定した種類と異なるときは、ユニット10を通して分類結果が間違っていたことを欠陥分類装置2にフィードバックする構成となっている。

【0035】14は自動検査装置1の検査結果およびそれに付随する情報を被検査物に付す機能を有するユニットである。

【0036】以上のシステム構成により、被検査物を効率良く高信頼に製造することが可能となる。

【0037】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。まず、本発明の意図するところを概念的に図1を用いて説明する。

【0038】12で示される太線は被検査物の製造プロセスにおける流れを表している。1は自動検査装置であり、予め設定された被検査物の検査基準に基づいて欠陥を抽出する機能を具備している。は欠陥の分類およびその特徴量を抽出する欠陥分類装置である。自動検査装置1は欠陥分類装置2に対して検査の結果検出され得られる欠陥に関する情報を送る。欠陥に関する情報とは、欠陥部の画像、欠陥部を検出した結果得られる電気信号、欠陥と判断するための基礎となった情報等を指す。欠陥分類装置2はこの情報にもとづき欠陥を分類する。この分類は種々の特徴量にもとづいてルールベース的、あるいは

はモデルベース的に自動的に行われるが、この分類結果を修正するために分類結果を教示する手段6を備えている。6はまた欠陥分類された結果を作業者に視覚的に提示し、作業者が欠陥分類結果とそれに関連する情報の各情報を確認できかつその情報を変更あるいは新たな情報を付加することを可能とする手段を有するユニットである。欠陥分類装置2はユニット6により教示された分類結果をもとに対応する欠陥の特徴量の解釈を更新する。

【0039】3は欠陥分類装置2により分類された欠陥の特徴量を1の検査基準に変換する機能を具備するユニットであり自動検査装置1に変換後の基準値を送信する。欠陥分類装置2により判断された分類結果と1の判定結果が違う場合にはユニット3を通して、欠陥分類装置2による欠陥分類結果を自動検査装置1に反映させる。

【0040】8は被検査物の製造機であり、4は欠陥分類装置2により分類された欠陥の特徴量を製造機8の被検査物の製造条件に関する制御パラメータに変換する機能を具備するユニットであり、被検査物の製造機8に変換後の制御パラメータを送信する。このとき欠陥分類装置2は欠陥の分類結果により調整すべき製造機8を必要数だけ選択し、選択された製造機8に接続されたユニット4に情報を送信する機能を具備している。

【0041】7は欠陥分類装置2に接続された情報の蓄積手段であり、非検査物の欠陥毎に自動検査装置1より送られてくる情報および欠陥分類装置2により分類された結果、分類時に使用した情報、もし欠陥分類装置2に非検査物の欠陥部、その近傍あるいは欠陥を特徴付けるために必要な他の部位に関する自動検査装置1から得られるものとは異なる画像情報、あるいは電気信号を得る手段を持っていればそれらの情報を選択的にあるいは全て記録するものである。また、欠陥分類装置2は被検査物の製造機8の動作状態に関する情報を受信する機能を具備し、受信した情報は前記の被検査物に関する情報に追加されて、情報蓄積手段7に記録される。情報蓄積手段7に記録された欠陥毎の情報は必要に応じて統計処理等の加工を施され、欠陥分類装置2に接続されているユニット6において作業者に提示される。また、情報蓄積手段7に記録された欠陥毎の情報および、欠陥分類装置2より得られる情報は選択的に、あるいは全てが15で示される工程管理システムに送られる。

【0042】9は被検査物の選別ユニットであり欠陥分類装置で修正が必要と判定された欠陥を有する被検査物は、13で示される修正ラインに流れ、分類された欠陥に対応した修正ユニット11に被検査物が行くよう欠陥分類装置2から被検査物選別ユニット9に指示が送られる。修正ユニット11は全ての欠陥を修正可能な1ユニットであってもよいし、あるいは欠陥の種類に対応して複数ユニット設けられていてもよい。その修正動作は自動修正を前提とするが、修正を施すか否かを作業者が確

認でき、修正箇所における欠陥種類が、欠陥分類装置2の判定した種類と異なるときは、ユニット10を通して分類結果が間違っていたことを欠陥分類装置2にフィードバックする構成となっている。

【0043】14は自動検査装置1の検査結果およびそれに付随する情報を被検査物に付す機能を有するユニットである。

【0044】第1の具体的実施例として半導体ウェーハ製造工程に適用した例を図2に示す。ウェーハ製造工程の概略は成膜装置321による成膜、露光装置322によるパターン露光、現像装置323、エッチング装置324を幾度も繰り返し、ウェーハ上にパターンを形成、積層していく。繰返し行うウェーハ製造工程の途中に検査ユニット320を挿入し、全数或いは抜取りにより品質管理の目的で欠陥候補の位置を特定し、その位置情報、検出画像情報、欠陥分布情報、および検査対象ウェーハなどを欠陥分類・特徴量抽出ユニット300へ送る。欠陥分類ユニット300aにより各欠陥候補に対し欠陥モデルおよび欠陥画像データベースとの照合を行い、類似性を判断し、まず虚報を排除し次に欠陥種類を分類する。分類した情報、過去に分類し蓄積された時系列的な分布情報、また欠陥位置の分布などから欠陥発生原因判定をユニット300bによって行う。

【0045】次に図2における欠陥分類・特徴量抽出ユニット300の構成を図3に示す。欠陥分類・特徴量抽出ユニット300は、検査ユニット320、欠陥発生原因判定ユニット300b、操作者に情報を提示したり、指示を出したり、操作者が情報を入力したりするための端末311と同一ネットワーク上に配置され、画像情報、欠陥情報、プロセス情報等が自由に通信可能となっている。端末311は、ビットマップディスプレイを備え、画像情報を表示することができる。端末311はキャラクタ端末とTVモニターで代用しても構わない。欠陥分類・特徴量抽出ユニット300は、制御部301、演算部302、画像メモリ303、ステージを制御する機構制御部304、検出器347、ウェーハ360への照明346、ハーフミラー345、レンズ348、Xステージ340、Yステージ341、θステージ342、Zステージ343、画像データを蓄積する手段350、分類のための欠陥形状、欠陥サイズ、欠陥の色彩、欠陥と配線パターンの位置関係、欠陥のテキストなどをモデル化した分類モデルを記憶する手段352から構成されている。ただし、これらは検査ユニット320のものをそのまま利用してもよい。また、上述したネットワークは、例えばバス、RS232Cのようなシリアル通信、セントロニクスのようなパラレル通信で電氣的に接続されていれば構わない。

【0046】欠陥分類・特徴量抽出ユニット300における分類方法を図4に示す。まず、検査ユニット320によって検出した欠陥の位置において画像372を検出

器347から撮像する。これと同一ウェーハ上の別の場所では撮像した欠陥のない同一パターンの画像371と位置照合をした後、電子情報通信学会論文誌D-II Vol. J72-D-II No. 12 pp. 2041-2050に開示されているような手法により、正常な部分の画像を参照画像として差分をとりウェーハパターンを除去して異物部分を抽出した画像373を生成する。この画像情報373から検出欠陥部のテキスト情報380、カラーや濃淡の分布情報381、輪郭情報や焦点を変化させて3D情報を検出するなどして得られる形状情報382、面積情報383、周囲の配線パターンとの相対的位置情報や検査ユニット320から抽出されたウェーハ上での位置情報384などから特徴量を抽出して、特徴量の数nよりなるn次元特徴量空間に検出欠陥をマッピングする。

【0047】しかして記憶手段352に記憶されている分類モデルとは、このn次元空間上での各欠陥の特徴量に応じた領域を規定するものであって、前述のn次元特徴量空間にマッピングされた検出欠陥はこの分類モデルと照合され、まず虚報を排除した後、次に欠陥種類が分類される。分類は図5に示すように特徴量を軸とする分類空間からクラスタリングし、欠陥を同定する。図5は簡単のため2次元で表したが、実際には前述のようにn次元であり、前述のように各欠陥のクラスタはこの多次元空間内にある広がりを持った領域として定義される。

【0048】図5においてクラスタリングで重なりあった部分(クラスタの斜線部)では、一種の欠陥として同定できないので、それぞれの代表欠陥を操作者に図6のように提示し、操作者がカテゴリーを指定する。どのクラスタにも入らない場合は、図7のように代表欠陥各種を分類空間の近い順に並べて提示する。提示した欠陥の1種であると特定できれば、クラスタの領域を変更、更新する。新たに発見された欠陥であれば、新たなクラスタ領域を登録する。また、分類同定した場合でも操作者がクラスタを変更、更新することもできる。

【0049】ここで検出した380、381、382、383、384で示される情報は、新たに分類モデルのデータとして記憶手段352に記憶する。また、このときの画像データ371及び372を新規に記憶手段350に追加し、画像データベースを構築する。ここで、同定できない欠陥は端末311を利用して操作者に提示し、新規欠陥として画像データベースに新規に登録、分類モデルとしても新規に登録する。また、ここで検出した380、381、382、383、384で示される情報は、新たに分類モデルのデータとして記憶手段352に記憶する。また、このときの画像データも新規に記憶手段350に追加し、画像データベースを構築する。ここで、同定できない欠陥は端末311を利用して操作者に提示し、新規欠陥として画像データベースに新規に登録、分類モデルとしても新規に登録する。



【0050】以上照合過程はn次元特徴量空間で行われることを前提として説明を進めたが、記憶手段350に構築された画像データベースを利用して被照合欠陥画像と画像データベース内の各欠陥モードの代表あるいは複数の欠陥画像との相関をとって行っても構わない。

【0051】また、記憶手段350に画像を記録する際、その時の製造プロセスの状態、即ち後述するようなウェハ製造装置を制御するパラメータ、他の検査装置あるいはモニタ等の情報も付加し記憶させておく。

【0052】以上の欠陥分類・特徴抽出処理は各欠陥の画像データ371及び372が記憶手段350に保持されているので、これらの画像データを読みだすことで、後刻いつでも以上の処理は再現可能であり、上述のようにその時の製造プロセスの状態も記憶手段350から読みだし端末311に表示することにより参照できるので、欠陥と製造プロセスの状態も把握することが可能となる。

【0053】欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報は欠陥発生原因判定ユニット300bへ送る。欠陥発生原因判定ユニット300bの構成を図8に示す。ユニット300bは制御部361、演算部362、欠陥分類結果から原因を判定するためのモデルデータである原因モデル363を備える。これらは、図3の欠陥分類・特徴量抽出ユニット300の制御部301、演算部302を利用し、この制御部301に原因モデル363を接続しても構わない。

【0054】原因判定は図9に示すように、欠陥分類・特徴量抽出ユニット300から送られてくる欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報をもとに、原因モデル390と比較し、欠陥の原因を同定する。不明な場合は、端末311を用いて作業者に提示して、新規に原因モデルを登録する。ここで、原因モデル390とは、図10に示すようなものであり、個々の欠陥の分類結果だけでなく、製造ライン全体のクリーン度情報、時系列な欠陥情報、欠陥の分布なども用いて、欠陥の原因装置を特定し、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を後述する製造装置に接続されたユニット331、332、333、334に送信する。また、同じ情報を検査装置の検査基準調整のため後述するユニット330に送信する。

【0055】以下、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を検査装置の検査基準に変換するユニット330、及び同情報を製造装置の制御パラメータに変換するユニット331、332、333、334について説明する。

【0056】検査ユニットの欠陥見逃しはないが、虚報が多い場合には、図11に示すように検査パラメータ調整ユニット330によって、処理パラメータを調整して、虚報を装置の水準を満たすようにする。機構上のトラブルが原因ならば、端末311によって操作者に指示

する。欠陥見逃しがある場合には、検査基準しきい値を検査パラメータ調整ユニット330によって調整するとともに、検出部の撮像部のフォーカスが起因の欠陥見逃しならば、フォーカスのパラメータを検査パラメータ調整ユニット330によって調整する。また、照明が原因なら照明光量を検査パラメータ調整ユニット330によって調整する。

【0057】成膜装置321に起因する欠陥の場合は、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を図12に示すような製造装置の制御に関するようなパラメータにユニット331で変換し成膜装置321を調整制御する。

【0058】露光装置322に起因する欠陥の場合は、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を図13に示すような製造装置の制御に関するようなパラメータにユニット332で変換し露光装置322を調整制御する。ここで、機構的トラブルが要因である場合は、パラメータ調整は実行せず、端末311で操作者に機構のトラブルであることを知らせ、修復を促す。マスク不良では、マスクの交換を端末311で操作者に指示し、その原因である異物や傷に対する処置方法を操作者に指示をするとともに、工程管理システム335にもその情報を流し、その異物が工程全体に原因がある場合は、製造ライン全体のクリーン化を制御工程管理システムから指示させる。

【0059】現像装置323に起因する欠陥の場合は、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を図14に示すような製造装置の制御に関するようなパラメータにユニット331で変換し現像装置323を調整制御する。

【0060】図15のようにエッチング装置324に原因がある場合、ウェットエッチングの場合ならば水溶液の濃度を装置パラメータ調整ユニット334によって水溶液の濃度を調整する。また、図16のようなドライエッチングの場合、装置パラメータ調整ユニット334を介してガス量制御部3341、3342、3343によってガス量を調整する。また、図17に示すようにエッチング装置が原因で生じる異物は定常時の異物分布と違い、ある大きさの範囲だけに集中しており、容易にエッチング装置が原因であることを特定でき、装置パラメータ調整ユニット334から純水による装置内洗浄の指令を発し、その後、自動真空引きによって、装置のセルフクリーニングができる。これらの判定は異物数の分布ではなく、異物の形状や異物の位置分布から判断することも可能である。

【0061】図18のようなCVD装置は装置パラメータ調整ユニットからガスコントローラや調圧器へ情報を送り、ガス量や圧力を制御する。

【0062】これらの方法によって欠陥分類結果や分類中の抽出情報から上記装置に限らず、アニール装置、イ

オン打ち込み装置、蒸着装置、電気検査装置など各種製造装置や検査装置の不良などのメンテナンスや装置の条件出しが可能となることは当然である。

【0063】以上、欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報を検査装置の検査基準に変換するユニット330、及び同情報を製造装置の制御パラメータに変換するユニット331、332、333、334について説明したが、これらに送る欠陥分類結果およびその基礎となった特徴量情報は、記憶手段352に記憶されている欠陥種類及びその特徴量モデルパラメータでもよく、この場合個々の欠陥データに左右されない安定した精度の高い統計的な情報をユニット330、331、332、333、334に送れるのでより一層安定した製造プロセスの維持が可能となる。

【0064】また、図2の399に示したユニットによりウェーハ毎にあるいはチップ毎にその検査結果あるいは検査結果の基となった情報を、例えばレーザ等で回路パターンの無い場所に刻印しておけば、後の検査工程で検査したときに両者の検査工程間の欠陥発生の調査が可能となるばかりでなく、チップ毎に情報を刻印しておけば、ダイシングされた後フェイルピット検査等の電氣的検査結果とプロセス起因の欠陥の相関関係等も調査可能となる。

【0065】第2の具体的実施例として特開昭54-101390に開示されている技術を用いて半導体ウェーハ上に付着した異物を検査する装置を自動検査装置とした場合について述べる。図19は開示技術による検出原理を示す図である。500は被検査物である半導体ウェーハである。501はレーザ光源であり、これより502で示されるS偏光をかけられたレーザ光が半導体ウェーハの表面に対して水平に近い角度で入射されている。この入射光の鉛直上方への反射光を検出器503により検出する。このときウェーハパターンからの散乱光には主にS偏光成分が多く、P偏光成分が少ないのに対して、ウェーハ上の異物からの散乱光にはP偏光成分が多く含まれている。504は集光レンズを示し、鉛直上方への反射光を検出器503に集光させる働きをしている。破線で示されている505はウェーハパターンからの散乱光を示し、実線で示されている506はウェーハ上の異物からの散乱光を示している。集光レンズ504を通った散乱光はS偏光遮断を目的とした偏光板507によりウェーハパターンからの散乱光はほとんど遮断され、検出器503ではウェーハ上の異物からの散乱光のみを精度良く検出することができる。508はこの検出器503で検出された輝度信号を処理し、ウェーハ上の異物を検出したときにそのウェーハ上での位置を外部に出力する処理回路である。

【0066】図20は上述の検査方法で1 $\mu$ mの標準粒子を異物としてウェーハ上に付着させウェーハ一面を検査した結果得られる検出輝度レベルの分布状態を模式的

に表したグラフである。510はウェーハパターンのクラスタ、511は1 $\mu$ mの標準粒子のクラスタである。ウェーハパターンからの散乱光の検出輝度は低い異物よりウェーハ全体に占める表面面積の割合が大きいため低輝度レベルに高いピークを示す。一方異物と想定した1 $\mu$ mの標準粒子はウェーハ全体に占める表面面積の割合は小さいが輝度で検出されるため、高輝度レベルに低いピークとなって現われる。

【0067】図21は2 $\mu$ mの標準粒子を異物としてウェーハ上に付着させた場合である。1 $\mu$ mの標準粒子に比べ散乱面積が大きくなるのでそれだけ高輝度で検出される。そこである一定以上の大きさの異物を検出したい場合には、図20及び図21に示したような検出輝度レベルに対して一定のしきい値THを設定すれば、この場合2 $\mu$ m以上の異物は検出することができる。よってプロセスにおいて管理したい異物の大きさに合わせてこのしきい値THを調整すればよい。このTHは異物検出装置の感度制御パラメータになっている。

【0068】一方、感度制御は検出系を制御することによっても達成できる。すなわちレーザ光源を制御するドライバに於いて電流を制御することでレーザの照射強度を調整すれば、検出輝度レベルは相対的に変化する。この様子を図22及び図23を用いて説明する。図22は図20と同様、同じ検査方法で、ただしレーザ光源を制御するドライバに於ける電流を $I_0$ としたときの、1 $\mu$ mの標準粒子を異物としてウェーハ上に付着させウェーハ一面を検査した結果得られる検出輝度レベルの分布状態を模式的に表したグラフである。図23はレーザ光源を制御するドライバに於ける電流 $I_1$ を、 $I_0$ としたときに得られるレーザ照射強度の半分の照射強度が得られるよう設定したときの、1 $\mu$ mの標準粒子を異物としてウェーハ上に付着させウェーハ一面を検査した結果得られる検出輝度レベルの分布状態を模式的に表したグラフである。図22及び図23に示すウェーハパターンのクラスタ513、517の中心値514、518、及び1 $\mu$ mの標準粒子のクラスタ515、519の中心値516、520は、レーザ光源を制御するドライバに於いて電流値 $I_0$ を $I_0$ から $I_1$ にしたとき、レーザ照射強度が半減するのでそれに比例して検出輝度レベルも半減する。よって図22及び図23に示す固定しきい値THを設ければ、同一サイズの異物に対してもレーザ光源を制御するドライバに於ける電流値が $I_0$ のときは検出することができ、 $I_1$ のときは検出されないというように、レーザ光源を制御するドライバに於ける電流を制御することにより検出感度を制御できる。また同様のことは、検出器のゲイン制御を行っても同様のことが実現できる。

【0069】上記の異物検査装置が出力する異物のウェーハ上の位置座標にもとづいて、図1の2で示した欠陥分類装置において、被検査対象物である半導体ウェーハの画像を取り込む。半導体ウェーハの場合、同一のチッ

ブ、あるいは同一のパターンであって欠陥を含まない部分が多数他の場所にあるので、電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J72-D-II No. 12 pp. 2041-2050に開示されているような手法により、正常な部分の画像を参照画像として差分をとりウェーハパターンを除去して異物部分を画像上で抽出し、その面積を計測すれば異物の大きさを確認できる。この処理を、ウェーハ一枚分の異物検査装置からの出力に対して行えば、異物の大きさを分類することにより、その分布が分かる。その結果により監視したい異物の大きさを、作業員が欠陥分類装置に接続されている図1の6に示した入力手段から入力する。入力された面積値を図20及び図21に示したしきい値THあるいはレーザ光照射強度制御電流値、検出器のゲイン制御値に変換されるように、面積値S変換出力値Zとしたとき $Z = F(S)$ なる関数Fを実現するような処理系を構成する演算器を図1で示したユニット3に設ければよい。他方式としては、面積値Sに対応した出力値Zを得られるようにルックアップテーブルで図1ユニット3を構成する方法も考えられる。ただしZは図20及び図21に示したしきい値THあるいはレーザ光照射強度制御電流値、検出器のゲイン制御値を表している。

【0070】また、先に挙げたウェーハパターンの欠陥検査例で述べたような機能を図1に示すユニット2に持たせれば、異物に関して抽出しえる情報を利用して製造プロセスに対して同様の効果をもたらすことが可能である。

【0071】次に、液晶ディスプレイ用薄膜トランジスタ基板製造工程に適用した具体的実施例を示す。薄膜トランジスタ基板の製造工程の流れの概要を図24に示す。基本的に半導体の製造工程と同一であるが、検査が外観不良よりも電気的なテストに重きをおき、製品全数に対して短絡欠陥の検査および欠陥がある場合には修正作業が最終作業として行なわれる。薄膜トランジスタ基板の電気的配線の模式図を図25に示す。薄膜トランジスタ基板はゲート線（以後、G線）411～415とドレイン線（以後、D線）421～425がマトリクス状に構成され、それぞれの交差部は絶縁されていなければならない。各交差部には薄膜トランジスタ407と透明画素電極408が構成されている。G線やD線は個々の配線は、静電破壊防止の目的で基板完成まで共通線401～403によって接続されている。ここで、短絡欠陥404とはG線とD線との短絡であり、線状の表示不良の原因となり、製品としては致命的である。そのため、検出した短絡欠陥404はレーザによって電気的に切断する。また、短絡欠陥はG線とD線との間だけではなく、D線とD線とにまたがる場合もあり、同様にレーザによって電気的に切断する。

【0072】欠陥分類まで行なう短絡検査修正装置の構成を図26に示す。位置決めセンサ444、445を備

えたXステージ443、Yステージ442およびZステージ441、θステージ440上に薄膜トランジスタ基板400を装着し、ブローバ447と448を図25の共通線401と402あるいは共通線401と403あるいは共通線402と403の組合せに当てる。電圧制御部451によって電流計446を監視しつつ、電圧印加を制御する。電圧印加することで、短絡部404に流れる電流の発熱状態を赤外線検出器430で放射赤外線を画像情報として取り込む。赤外線検出器430はレンズ432、433、434を備え、レボルバ435によって切り換えることができる。取り込んだ画像情報は画像メモリ452に蓄え、処理することで短絡欠陥404の位置を特定する。この検出した位置情報をもとにステージ443を移動し、検出器431、ハーフミラー438、レンズ436、レーザ発振器437で構成する顕微鏡兼レーザ照射ユニットによって欠陥部の観察、および短絡欠陥の電気的な切離しができる。検出器431で取り込んだ画像情報および赤外線検出器430で取り込んだ画像情報から特徴量を抽出し、分類モデル456と照合し、類似性から欠陥種類を特定する。この過程は図4および図9で前述のウェーハ検査で説明した方法と同様の手法が適用可能である。液晶ディスプレイ用薄膜トランジスタ基板検査においては、外観を観察する検査と異なり、目視では観察できない短絡欠陥も赤外線画像では観察できることが多く、通常の光学系とは別の波長を用いた検査にも本発明は適用できる。欠陥種類を特定した後、半導体ウェーハへの適用例と同様に原因判定ユニットへ情報を送り、さらに工程管理システムや装置パラメータ調整ユニット、検出パラメータ調整ユニットへ情報を送るとともに画像データ455や分類モデル456の蓄積データの更新を行なう。原因判定ユニットから検査パラメータ調整ユニットを通して、短絡検査修正装置の検出波長の変更などのパラメータ変更をすることもできる。

【0073】短絡検査修正装置における修正手順を図27に示す。短絡検査修正装置から抽出した赤外線画像情報、可視画像情報およびリーク電流量から欠陥位置、大きさ、形状、発熱量、ショート抵抗値から欠陥の致命性、欠陥の修正の可・不可を分類モデル456と照合することで判断し、修正できない製品は不良品とし、修正できる製品は、レーザ照射位置、レーザスリット長、レーザ強度などを装置パラメータ調整ユニットによって制御し、自動で修正を行う。

【0074】修正の可・不可に用いる分類モデル456は、半導体ウェーハ検査の場合と同様に端末によって新規モデルの登録、更新が可能であり、また、修正動作時、欠陥分類結果を作業者に示し作業者がその確認を行い、分類結果が正しければ修正動作を実行させ、分類結果が誤りの場合には正しい欠陥種別を端末より入力し修正動作を実行させる。また、この修正情報は分類モデル

456にフィードバックされ分類モデル456は更新される。

【0075】以上の適用例の他に本発明は、はんだ付け及びその検査修正工程、電子部品の基板への実装および検査修正工程、厚膜薄膜混成基板の製造および検査修正工程、C D Tディスプレイ等のブラウン管製造および検査調整工程、半導体の電氣的テスト検査工程など他の製品の製造・検査・修正工程への適用も可能である。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば

(A) 自動検査装置の検査基準を図1のユニット2により自動的に、あるいは図1のユニット2に接続されているユニット6を通して作業員の監視のもとに半自動的に図1のユニット3を介し調整できるので、自動検査装置を止めずに製造プロセスの条件にあった検査基準に自動検査装置の検査基準を調整することができる。

【0077】(B) 自動検査装置の検査基準を図1のユニット2により自動的に、あるいは図1のユニット2に接続されているユニット6を通して作業員の監視のもとに半自動的に図1のユニット3を介し調整できるので、自動検査装置の検査信頼性を短期間に向上できる。

【0078】(C) (A)の効果により新規の被検査物を自動検査装置により検査する場合において、自動検査装置の立上げ時間の短縮が図れる。

【0079】(D) (A)の効果により自動検査装置の調整時間が短縮されるので、誤った検査基準で検査工程を通過させてしまう被検査物の低減が図れる。

【0080】(E) 図1のユニット2により欠陥の分類が行われることにより、欠陥の性質がわかりこれより欠陥の発生原因となる製造機を推定することが可能となり、図1のユニット4を介し前記製造機を欠陥の特徴に鑑み調整することにより製造プロセスの早期安定が可能となる。

【0081】(F) (B)の効果により修正工程への指示が正確なものとなり、誤った修正を被検査物に施すことを防止できる。

【0082】(G) 図1の修正ユニット11に接続された、作業員による欠陥分類結果判定入力手段10により、欠陥修正を施しながら図1のユニット2を調整することにより、その結果図1のユニット3を通して自動検査装置の検査基準の調整が可能となる。

【0083】(H) 図1の情報蓄積手段7に入力された情報を加工して表示する手段6により欠陥発生原因と製造プロセスの相関関係の作業員による把握が容易になる。

【0084】(I) 図1の情報蓄積手段7に入力された情報を図1の15に示した生産管理システムに渡すことにより、製造プロセス全体の状況管理が可能となる。

(J) 製造工程の各所に設置された自動検査装置において、各検査装置に接続された図1のユニット2の欠陥

分類結果およびその特徴量を比較することにより同様な傾向をしめすユニットがあった場合、そのユニットが接続された自動検査装置の間にある製造プロセスの監視は不要と結論されるので、製造工程の上流あるいは下流のどちらかの自動検査装置を省くことができ、これにより検査装置の製造プロセスにおける最適な設置ポイントを定めることができる。

【0085】(K) 図1のユニット14により被検査物の検査結果及びその根拠となる情報を被検査物に付す機能が提供されるため、次工程以降の検査あるいは最終的な検査の結果と照合することにより、どの製造工程にその欠陥が起因しているのか、あるいは最終段階で検出された欠陥と中間段階で検出された欠陥にどのような因果関係があるのか把握できる。

【0086】という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を概念的に説明するためのブロック図。

【図2】半導体製造工程に本発明を適用して時の工程ブロック図。

【図3】欠陥分類・特徴量抽出ユニットブロック図。

【図4】欠陥分類方法を概念的に示すブロック図。

【図5】特徴量空間における欠陥クラスタ分布例。

【図6】端末表示例。

【図7】端末表示例。

【図8】欠陥発生原因判定ユニットブロック図。

【図9】欠陥発生原因判定手順概念図。

【図10】原因モデル概念図。

【図11】検査装置調整制御方法をあらわす概念ブロック図。

【図12】成膜装置調整制御方法をあらわす概念ブロック図。

【図13】露光装置調整制御方法をあらわす概念ブロック図。

【図14】現像装置調整制御方法をあらわす概念ブロック図。

【図15】エッチング装置調整制御方法をあらわす概念ブロック図。

【図16】ドライエッチング装置調整制御方法をあらわす概念図。

【図17】エッチング装置異状時のエッチング装置調整制御方法。

【図18】CVD装置調整制御方法をあらわす概念図。

【図19】ウェーハ異物検査の検出原理を示す図。

【図20】1μm標準粒子を付着させたウェーハの検出データ例。

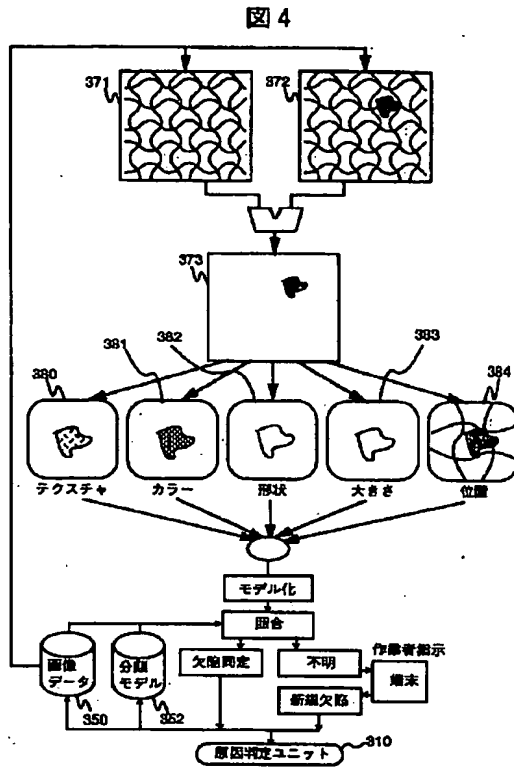
【図21】2μm標準粒子を付着させたウェーハの検出データ例。

【図22】1μm標準粒子を付着させたウェーハの検出データ例。

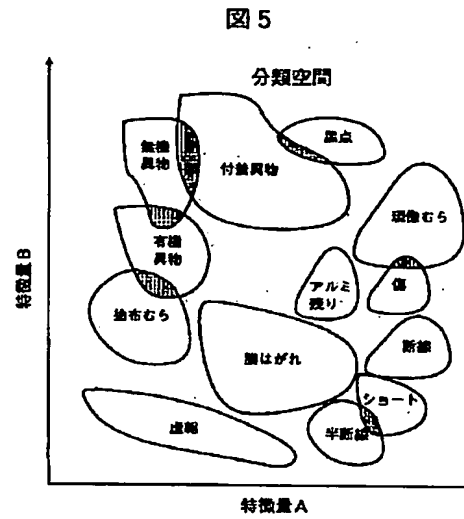
【図23】図22に同じ、但しレーザ照射強度は1/2



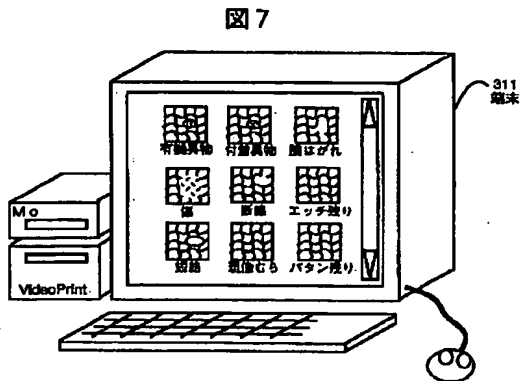
【図4】



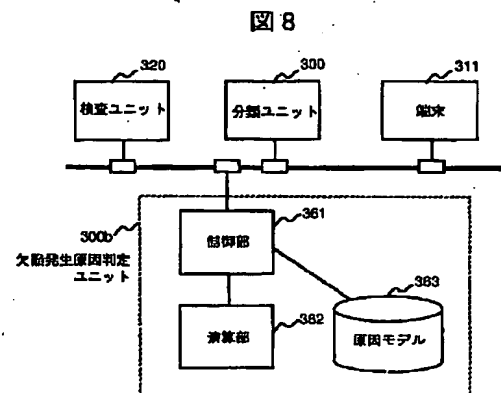
【図5】



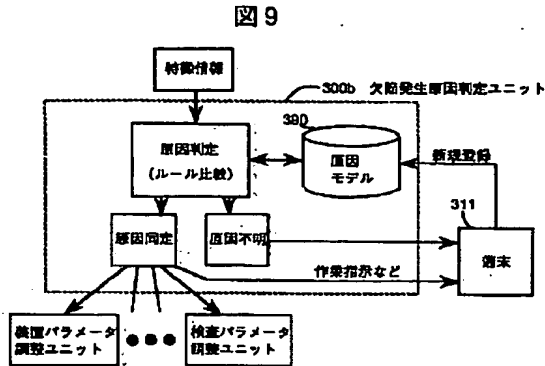
【図7】



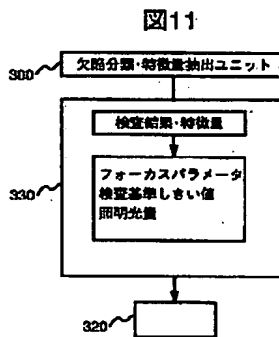
【図8】



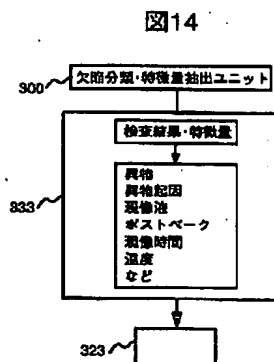
【図9】



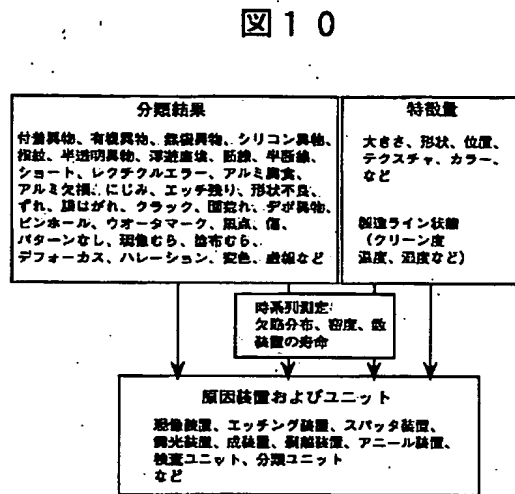
【図11】



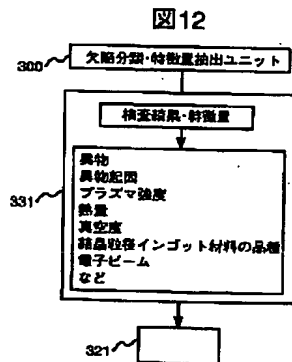
【図14】



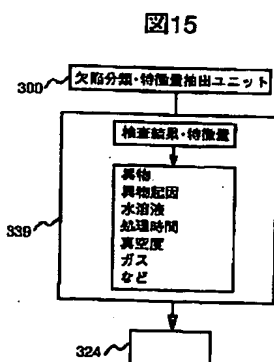
【図10】



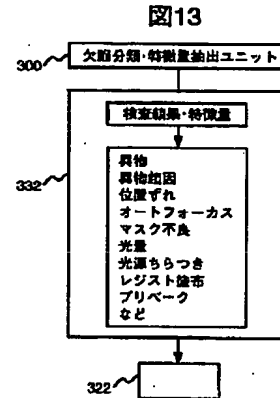
【図12】



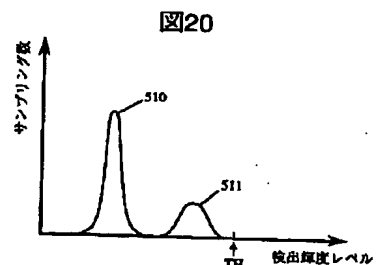
【図15】



【図13】

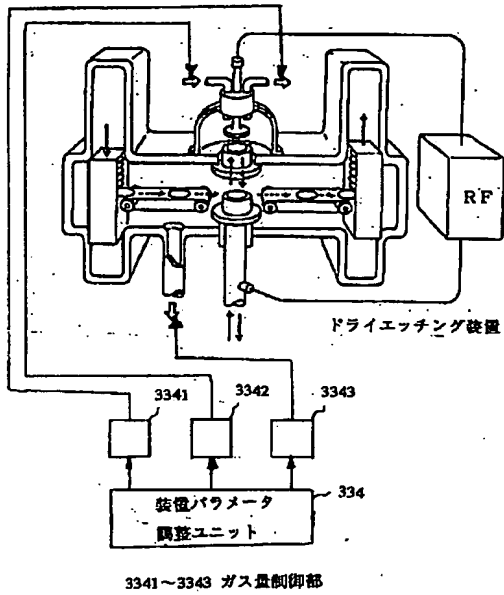


【図20】



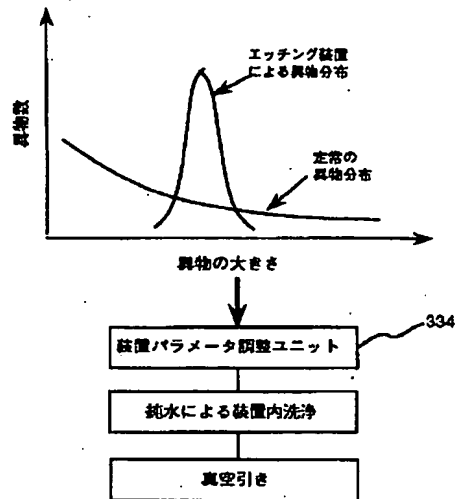
【図16】

図16



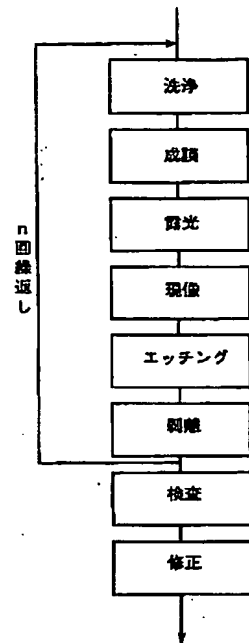
【図17】

図17



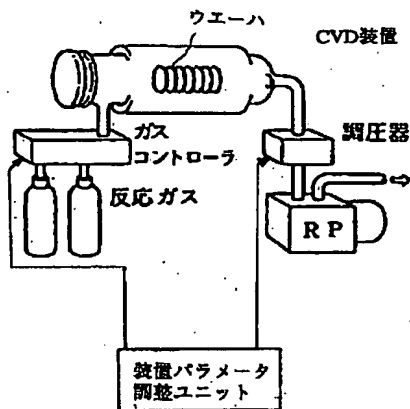
【図24】

図24



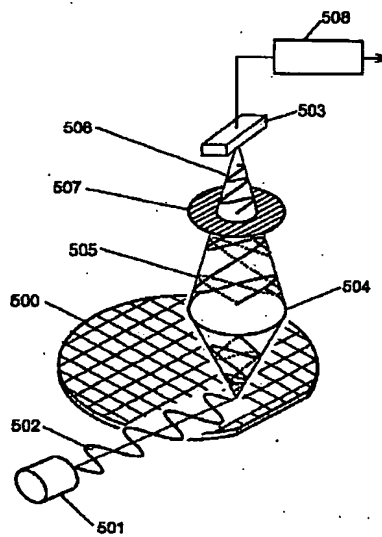
【図18】

図18



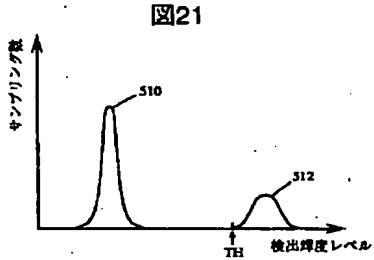
【図19】

図19

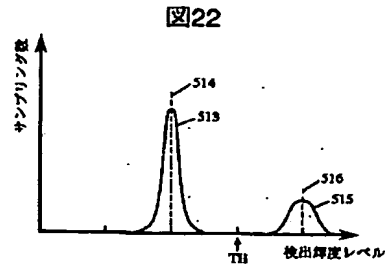




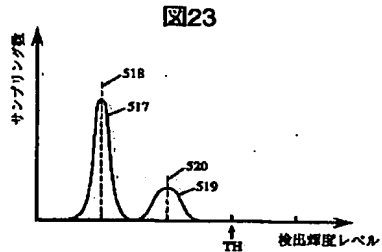
【図21】



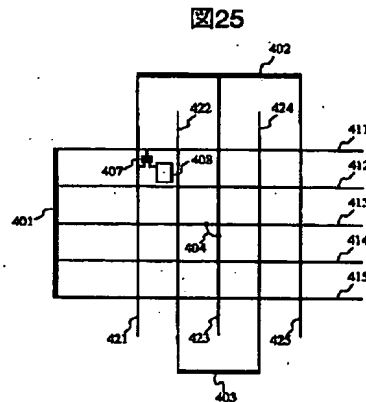
【図22】



【図23】

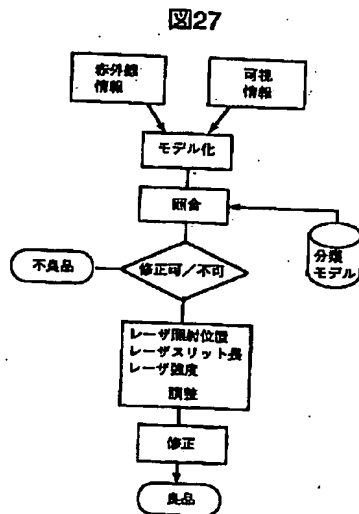


【図25】

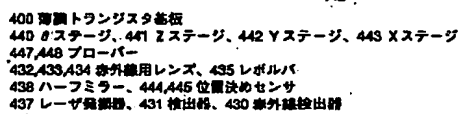


401 G共通線、402 De共通線、403 Do共通線  
 421~425 D線、411~416 G線  
 407 青膜トランジスタ、408 透明画素電極  
 404 短絡欠陥

【図27】



【圖26】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
  - ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - ☐ FADED TEXT OR DRAWING
  - ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
  - ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
  - ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
  - ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
  - ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
  - ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- 
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**